

EMP 방호 대책 적용의 경제적 타당성 분석 방법

육종관 · 두진경 ·  
현세영

연세대학교 전기전자공학과

I. 개 요

최근 미국 국토 안보부(DHS: Department of Homeland Security)의 보고서를 인용하여, 북한이 미국 본토에 전자기 펄스(Electromagnetic Pulse: EMP)<sup>[1][2]</sup> 공격을 감행할 능력을 가지고 있다는 주장이 제기되어 많은 우려를 낳았다. 또한 얼마 전에 발생한 무인기 사건으로 인해, 북한이 무인기를 이용하여 EMP 공격을 가할 가능성까지 제기됨으로써 국내외에서 EMP 공격 위협에 대한 관심은 더욱 높아지고 있다. 이러한 현실을 반영하듯 EMP 피해 효과 분석에 대한 연구는 국내외 연구 기관에서 꾸준히 이루어지고 있으며<sup>[3]~[10]</sup>, 이와 같은 피해 효과가 전력망이나 통신망 등 사회 주요 기반 시설에 발생한다면, 나라 전체에 큰 혼란이 발생할 것임<sup>[11]</sup>을 여러 연구 결과로부터 미루어 짐작할 수 있다. 따라서 EMP 공격으로 인해 발생 가능한 피해 효과를 미리 예측하고, 이에 대한 방호 대책<sup>[6][12][13]</sup>을 적용할 필요성이 있다.

EMP 공격에 대비하기 위한 방호 대책으로는 EMP 공격 범위를 고려하여 충분히 멀리 떨어진 두 개의 지역의 지역에 백업(backup) 시설을 설치하는 방법과 방호 대상을 기술적으로 차폐(shielding)시키는 방법 등 크게 두 가지로 나누어 생각해 볼 수 있다. 백업 시설을 두어 EMP 공격에 대비하는 데에는 특별한 기술이 필요하지는 않으나, 지역적으로 분리된 곳에 보안 시설을 설치하고, 이를 지속적으로 관리하는 비용이 요구된다. 반면, 방호 대상을 기술적으로 차폐시키는 데에는 대상 건물 전체에 대한 차폐인지 또는 건물

내부 주요 장비에 대한 부분적 차폐인지에 따라, 차폐 대상의 특성에 따라, 그리고 차폐율에 따라 많은 비용의 차이가 발생할 수 있다.

이러한 비용적인 측면으로 인해 모든 사회 주요 기반 시설에 EMP 방호 대책을 적용하기는 어려우며, EMP 공격으로 인해 예상되는 피해액을 고려하여 우선 순위에 의해 순차적으로, 그리고 각 방호 대상에 적합한 방법으로 EMP 방호 대책을 적용시켜야 할 것이다. 하지만 국내 기반 시설을 대상으로 EMP 피해액을 예측하여 산출한 사례는 아직 없기에, 본 논문에서는 미국에서 발표한 EMP 피해액 산출 사례<sup>[14]~[16]</sup>를 소개하였으며, 기존에 알려진 취약성 분석 및 평가 모델<sup>[11][17][18]</sup>을 기반으로 EMP 방호 대책 수립의 가이드라인을 제시하였다. 이를 바탕으로 하여 우리나라에서도 국내 실정에 맞는 EMP 피해액 분석 연구 및 방호 대책 수립이 수행되어야 할 것이다.

II. 미국의 EMP 피해액 분석 사례

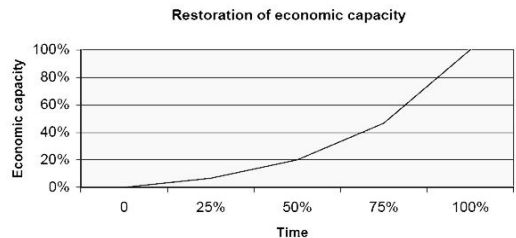
2004년과 2008년에 발간된 미국 EMP 위원회의 보고서<sup>[14][15]</sup>에 따르면, 미국 주요 시설들이 EMP 공격에 매우 취약하며, 특히 현대 사회는 많은 부분에 대해 전자 통신 장비 및 전기에 의존하고 있으므로, 사회 주요 기반 시설 중 한 분야에 피해를 입으면 상호 연관된 기반 시설 전체 영향을 미치게 될 것으로 판단하였다. 또한, 이 보고서에서는 EMP에 의해 하루만 정전 사태가 일어나도 사회적 비용은 약 7조원에서 10조 원 정도의 비용이 필요할 것이라고 예

측하고 있다.

2007년에는 미국 Baltimore-Washington-Richmond 지역에 대하여 EMP에 의한 경제적 피해 분석을 실시하였다<sup>1)</sup>. EMP 공격 유형은 30~80 마일 이상에서 폭발하고, 반경 500 마일(약 800 킬로미터) 이상의 범위를 갖는 핵 EMP로 가정하였으며, 이로 인해 Baltimore-Washington-Richmond 지역의 주요 사회 기반 시설이 피해를 받았을 경우, 경제 활동의 전체 회복 시간 및 피해액을 계산하였다. EMP에 의해 전력망, 통신망, 그리고 다른 주요 기반 시설에 피해가 발생할 가능성이 있다는 가정 하에, 전력망과 통신 시스템, SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition), 그리고 전기 기기의 네 가지 주요 기반 시설 항목을 선정하였다. 각 항목들은 EMP에 의해 영향 받을 가능성이 있는 하드웨어 장비와 구동 소프트웨어를 모두 포함하고 있으며, 경제의 기본 기능에 치명적인 역할을 한다고 가정하였다. 그리고 각 분야의 전문가들에 의한 설문 조사를 통하여 <표 1>과 같이 low, middle, high 3개의 경우로 가정하여 피해 비중을 산출하였다.

또한, 일단 피해가 발생하면 복구 과정이 시작되

는데, 그 속도가 처음엔 빠르지 않지만 다른 주변 기반 시설이 복구됨에 따라 복구 속도에 가속이 붙을 것이며, 그 형태가 [그림 1]과 같은 등비수열<sup>1)</sup>의 모습을 나타낼 것이라고 가정하였다. 예를 들어, 첫 번째 기간에는 7%의 복구가 진행되었다면, 다음 단위 기간에는 그 두 배가 더해져 20%의 복구가 진행되고, 세 번째 기간에는 47%의 복구가 진행되며, 마지막 네 번째 기간에는 최종적으로 100%의 복구가 완료된다. 누적 손실액을 산출하기 위해, 앞서 선정된 네 가지 항목의 연관성을 고려하여 EMP에 대한 영향은 궁극적으로 전력망과 통신 시스템에 의해 가장



[그림 1] 시간에 따른 경제적 능력의 복원 등비수열 형태)

<표 1> 사회 주요 기반 시설 항목에 대한 EMP 영향(피해 정도 및 평균 복구 기간)

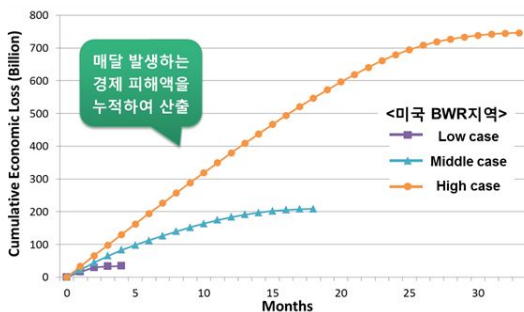
Infrastructures		Percent of capacity damaged (%)			Midpoint of replacement times (months)		
		Low case	Mid case	High case	Low case	Mid case	High case
Electric grid	Transformers	10	40	70	2.5	13.5	33.0
	Other	30	40	50	1.5	5.0	10.0
Communication systems	Large	10	20	50	4.0	18.0	27.0
	Small	5	20	50	2.0	12.0	17.0
SCADA	All types	5	20	50	1.5	5.0	10.0
Electronics	Large	20	45	70	4.0	12.0	17.0
	Small	1	2	3	1.5	5.0	10.0

1) 이러한 등비수열의 형태를 사용하여 누적 손실액까지 산출하고는 있지만, 이러한 등비수열의 형태를 가정하여 피해액을 산출하는 것이 실은 매우 단순화된 방법임을 보고서에서 따로 언급하고 있다.

크게 나타날 것이라고 판단하였다. 이에 따라 최종적인 피해 손실을 두 항목의 곱으로 계산하였으며, 이때 산출된 누적 손실액을 그래프로 나타내면 [그림 2]와 같다.

### Ⅲ. EMP 방호 대책 가이드라인

현재 우리나라에는 사회 주요 기반 시설에 대한 EMP 위협을 심각하게 인식하고, 관련 방호 시설 및 법규 마련에 주의를 기울이고 있다. 기반 시설에 대해 효율적인 방호 대책을 수립하기 위해서는 위협성과 경제성에 대한 분석 및 평가가 이루어져야 한다. 하지만 지금까지는 대부분 해킹과 바이러스 유포 등 사이버 테러에 대한 보안을 중심으로 이루어져 왔기 때문에, EMP에 대한 방호 대책을 수립하기 위해서는 사회 주요 기반 시설에 대한 EMP 공격의 영향을 평가할 수 있는 방법이 필요하다. 특히 해킹, 바이러스 유포 등과 같은 사이버 테러의 발생과 EMP 공격 방법은 근본적으로 차이가 있고, 사이버 보안 방법과 EMP 방호 방법 역시 근본적으로 다른 메커니즘을 가지고 있기 때문에, EMP 공격의 경우에 적합한 대책이 세워져야 한다. 즉, EMP 공격에 대한 위협 요소 분석 및 평가 기준에는 EMP와 관련된 구체적 내용과 절차가 추가되어야 하며, EMP 방호 능력이 부족한 국가 기반 시설에 대해 적절한 방호 조치가



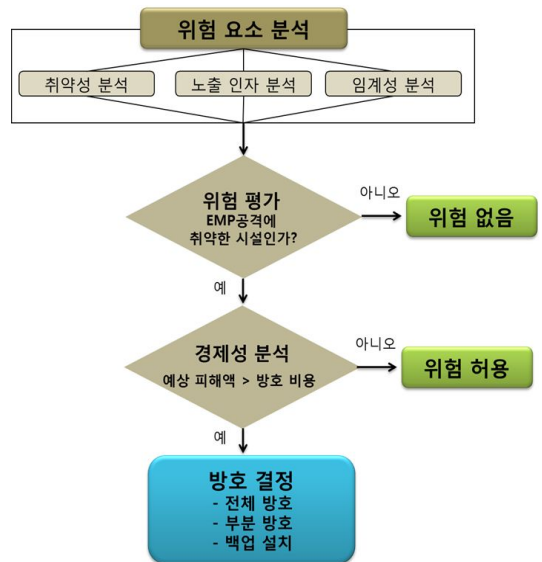
[그림 2] 시간에 따른 누적 손실액의 산출

이루어질 수 있도록 별도의 분석 및 평가 기준이 정립되어야 할 것이다.

국내에서는 한국정보보호진흥원에서 IT 환경에 대한 취약점 분석 및 평가 모델이 제안<sup>[17]</sup>되었으며, 국외에서는 G. H. Baker가 EMP 공격에 대한 취약성 분석 및 평가 모델을 제안<sup>[11][18]</sup>한 바 있다. 본 논문에서는 이들 자료를 바탕으로 하여 사회 주요 기반 시설이 가지는 위협을 분석 및 평가하고, 이러한 위협 요소들이 각 기반 시설에 대해 허용 가능한 수준인지를 판단함으로써 효과적인 EMP 방호 대책을 수립할 수 있는 가이드라인을 제시한다.

EMP 방호 대책 수립을 위한 분석 및 평가 모델은 [그림 3]과 같으며, 이때 사용되는 용어를 아래와 같이 정리하였다.

- 자산(Asset): 조직 내의 가치를 갖고 있는 모든 것
- 위협(Threat): 시스템이나 조직에 피해를 끼칠 수 있는 원치 않는 사고의 잠재적 원인



[그림 3] EMP 방호 대책 수립을 위한 분석 및 평가 모델

- 취약성(Vulnerability): 위협이 가해질 수 있는 자산 또는 자산 집합의 약점
- 위험(Risk): 자산 또는 자산 집합의 취약한 부분에 위협 요소가 발생하여 자산의 손실 또는 손상을 유발할 수 있는 잠재적 가능성
- 영향(Impact): 원하지 않은 사건의 결과
- 보호 대책(Safeguard): 위협을 줄이기 위한 실천, 절차 또는 메커니즘
- 잔여 위험(Residual risk): 대책을 구현한 후에도 계속하여 남아 있는 위험

EMP 방호 대책 수립을 위한 분석 및 평가 모델은 취약성 분석, 노출 인자 분석, 임계성 분석을 포함하는 위험 요소 분석과 위험 평가, 경제성 분석, 그리고 방호 결정의 네 단계로 구성되며, 위험이 큰 사회 주요 기반 시설들에 대해서는 [그림 4]와 같이 EMP 방호 대책을 수립함으로써 위험으로부터 국가 기반 시설들을 보호하여 피해액을 최소화 할 수 있다.

### 3-1 노출 인자 분석

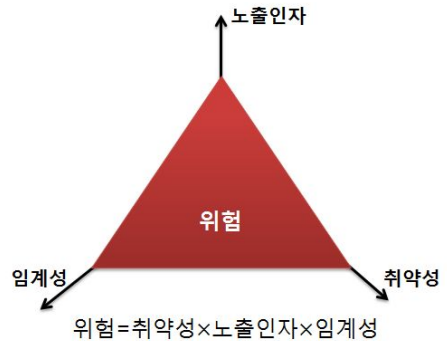
노출 인자를 파악한다는 것은 잠재적인 위험 요소를 찾아내는 것이며, 이로부터 위협의 영향 및 발생 가능성을 도출할 수 있다. 노출 인자는 EMP 공격을 위한 근접 가능성, 공격에 대비한 보안성, 시설의 공격 유인성 및 가시성, 시설의 발전 가능성 및 목적에 의해 결정되는데, 이러한 노출 인자가 많다는 것은 EMP 공격 발생 시 조직의 업무 수행이 정상적으로 이루어지지 않고, 경제적으로 손실을 입을 가능성이 높다는 것을 의미한다.

<표 2>는 노출 인자의 평가 기준을 나타내며, 일반적인 평가 기준은 3 단계나 4 단계, 또는 5 단계로 나누어지는데, 본 논문에서는 3 단계로 평가 기준을 설정하였다. 즉, 각 사회 주요 기반 시설에 대한 EMP 위협 수준에 따라 노출 인자는 1~3의 값을 가지며, 이 중 3은 위협 수준이 매우 높음을 의미한다. 핵

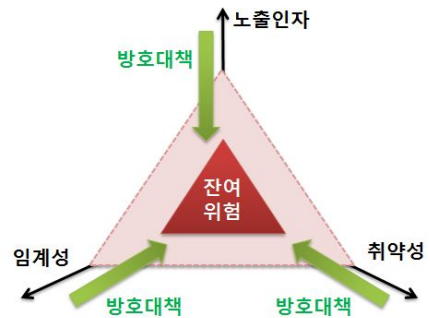
EMP에 대한 위협을 고려하는 경우에는 피해 범위가 전국적인 규모로 확대될 가능성이 많으므로, 모든 기반 시설에 대한 노출 인자는 동일하다.

### 3-2 취약성 분석

취약성 분석은 사회 주요 기반 시설이 가지고 있



(a) 위험의 정의



(b) 방호 대책 수립으로 인한 위험의 감소

[그림 4] EMP 방호 대책의 수립

<표 2> 노출 인자 평가 기준

노출 인자 평가 항목	1	2	3
1) 공격을 위한 근접 가능성			
2) 공격에 대비한 보안성			
3) 시설의 공격 유인성 및 가시성			
4) 시설의 발전 가능성 및 목적			

는 시스템 및 장비의 특성을 유형별로 파악하고 조사함으로써, EMP 공격에 대한 취약성을 확인하고 검토하는 단계이다. 일반적으로 취약성이 가지고 있는 특성<sup>[7]</sup>은 다음과 같다.

- 취약성은 모든 자산이 잠재적으로 지니고 있음
- 취약성은 그 자체만으로는 어떠한 위험도 초래하지 않으며, 위협에 의해 이용될 때 비로소 위험을 발생시킴
- 취약성은 대응책이 늘어날수록 감소함
- 일반적으로 대응책 자체도 잠재적인 취약성을 가지므로, 취약성은 절대 0이 될 수 없음

취약성 분석을 수행해야 하는 시스템 및 장비에는 조직과 절차, 인력, 관리, 하드웨어, 소프트웨어, 물리적 배치, 그리고 정보 관리 등이 포함되며, 이들의 취약성이 높은 경우에는 EMP 공격이 발생했을 때 자산의 손실로 이어질 가능성이 크다. EMP 공격에 대한 취약성을 분석하기 위해 G. H. Baker가 제안하는 고려사항을 <표 3>에 나타내었다.

### 3-3 임계성 분석

임계성 분석은 사회 주요 기반 시설이 가지고 있

<표 3> 취약성 평가 기준

취약성 평가 항목	1	2	3
1) 기반 시설과 장거리 도선 선로와의 연결성			
2) 전자 기기를 이용하는 제어 시스템에 대한 의존성			
3) 수동 회피 방법의 절차적인 결함			
4) 시스템을 수리 및 복구하는데 걸리는 시간의 장기화			
5) 방호 수행의 난이도			

는 국가적 차원의 중요도를 파악하는 것으로서, EMP 공격으로 인한 피해의 범위를 파악할 수 있다. 임계성 분석의 평가 기준을 <표 4>에 나타내었다.

### 3-4 위험 분석

위험 분석은 EMP 공격의 대상이 되는 사회 주요 기반 시설에 대한 위험성의 크기를 평가하는 단계로서, 앞서 얻은 노출 인자 분석과 취약성 분석, 그리고 임계성 분석을 통하여 얻은 데이터를 바탕으로 측정한다. 위험 분석 결과는 EMP 방호 대책 적용의 우선 순위를 결정하거나, EMP 방호 대책이 필요하지 않은 시설들을 분리하기 위해 쓰이므로, 이때 사용되는 데이터들은 평가 기준과 산정 기준을 신중히 확인하여 정확한 평가가 이루어지도록 해야 한다.

G. H. Baker는 위험 분석의 방법으로서, 식 (1)과 같이 각 항목 평균값의 곱을 이용하여 산출하는 방법<sup>[8]</sup>을 제안하였다.

$$R = \bar{E} \times \bar{V} \times \bar{C} \quad (1)$$

식 (1)에서  $\bar{E}$ 는 EMP 공격 대상인 사회 주요 기반 시설의 노출 인자 평균,  $\bar{V}$ 는 취약성 평균, 그리고  $\bar{C}$ 는 임계성 평균을 의미하며,  $R$ 은 각 데이터 평균값의 곱으로부터 얻어진 위험 분석 결과를 의미한다.

<표 4> 임계성 평가 기준

임계성 평가 항목	1	2	3
1) 영향을 받는 다른 기반 시설 개수			
2) 기반 시설의 기능에 문제 발생 시 미치는 영향의 긴급성			
3) 피해 발생 시 경제적 충격의 정도			
4) 인적 인과 관계의 범주			
5) EMP 공격 이후 다른 기반 시설의 수리 및 복구에 필요한 시설인지 여부			

### 3-5 경제성 분석

경제성 분석 단계는 EMP 공격의 대상이 되는 사회 주요 기반 시설에 대하여 방호 대책을 적용하지 않았을 때 발생할 수 있는 경제적 피해액과 EMP 방호 비용을 비교하는 과정으로서, 방호 대책 적용 비용이 예상 피해액보다 높게 나온다면 그 시설은 EMP 방호를 하는 것보다는 위험을 허용하는 것이 비용 측면에서 훨씬 경제적이다. 하지만 예상 피해액이 방호 대책 적용 비용보다 크다면 EMP 공격에 대한 방호 대책을 적용하는 것이 합당하다.

EMP 공격으로부터 보호하여야 할 장비들이 위치한 건물을 대상으로 전체적인 방호 대책을 적용하려면, 건물 외벽을 차폐율이 높은 도체(혹은 도체와 유사한 특성의) 물질로 둘러싸고, 개구의 크기를 최소한으로 줄이고, 외부와 연결되는 모든 케이블에도 차폐 기술을 적용하는 등의 전문적인 방호 기술이 적용되어야 한다. 하지만, 특정 장비만을 대상으로 부분적인 방호를 하고자 한다면 [그림 5]<sup>[19]</sup>와 같은 rack 을 사용하는 방법이 있다. 또는, EMP 공격의 예상 범위를 고려하여 두 개 이상의 서로 다른 지역에 백업 시설을 설치하거나 주요 장비에 대한 백업 장비만을 다른 곳에 따로 보관하는 방법도 있다.



[그림 5] EMP 부분 방호를 위한 rack 설비<sup>[19]</sup>

EMP 방호 대책 적용을 위한 비용 산출 시 추가적으로 고려해야 하는 비용은 유지보수 비용이다. 예를 들어 EMP 방호 시설을 구축한 후에 3년마다 테스트를 수행하여 파손되거나 노후화 된 부품을 교체하는 등 EMP 방호 시설을 유지하는 데에 필요한 비용이 여기에 해당하며, EMP 방호 비용을 예측할 때에는 유지보수 비용을 반드시 함께 고려해 주어야만 한다. 물론, EMP 방호를 하고자 하는 대상 기관이나 대상 장비의 특성에 따라 유지보수 비용 또한 달라질 수 있으므로, 실제 EMP 방호 시설 구축을 결정하기 전에 정확한 비용을 파악해 두어야만 한다.

### 3-6 방호 결정

EMP 공격 대상인 사회 주요 기반 시설에 대해 경제성 분석을 수행하여 예상 피해액이 방호 비용보다 많이 산출되면, 대상 시설에 대한 EMP 방호 대책을 적용하도록 최종 결정한다. 이때 대상 시설의 특성과 위험 분석 결과를 고려하여 가장 적절한 방법의 방호 방안을 결정하여야 한다.

## IV. 요약 및 결론

본 논문에서는 EMP 공격에 대비하기 위한 방호 대책을 고려하는 과정에서, 경제적 타당성을 분석하는 방안에 대하여 설명하였다. 국내에서는 디도스 공격으로 인한 사이버 피해 또는 정전 피해로 인한 경제적 손실 산출 사례는 잘 알려져 있으나, EMP 공격의 경우를 가정한 경제적 손실은 아직 산출한 사례가 없다. 우리나라는 EMP 공격의 직접적인 위협을 받고 있는 나라 중에 하나이기에, EMP 공격으로 인한 사회적 혼란 및 이로 인한 경제적 손실을 예측하고, 이에 대비하여 적절한 방호 대책을 수립할 필요성이 있다.

미국은 수도권 지역에 대한 EMP 공격을 가정하여 예상 피해액을 산출하였으며, 여러 사회 주요 기

반 시설 중 전력망과 통신 시스템에 대한 위험성을 크게 고려하였다. EMP 공격으로 인한 피해 정도를 단계별로 나누어 각 주요 시설의 피해 정도 및 복구 기간을 예측하였으며, 이를 기반으로 시간에 따른 누적 피해액을 산출하였다. 특정 지역에 대한 EMP 피해액을 산출하기 위해서는 그 지역의 산업적/지역적 특성이 반영되어야 하므로, 미국 수도권의 EMP 피해액 산출 사례를 우리나라의 경우에 직접적으로 적용할 수는 없으며, 다양한 분야의 전문가 의견을 바탕으로 국내 실정에 맞도록 피해액 산출 과정을 거쳐야 할 것이다.

EMP 공격에 의한 예상 피해액을 산출한 후에는 이를 이용하여 방호 대책 적용의 경제성을 분석하여야 한다. 이를 위해서는 대상 기반 시설에 대한 위험 분석이 선행되어야 하며, 이를 위한 평가 항목을 국내의 문헌을 바탕으로 하여 본 논문에서 제안하였다. 이를 기반으로 하여 국내 실정에 맞는 EMP 방호 대책 적용의 경제적 타당성 분석이 적절히 수행될 수 있기를 기대한다.

EMP 공격에 대비하기 위해서는 대상 건물에 대해 전체 방호를 실시하는 것이 가장 확실한 방호 방법이지만, 이를 위해서는 많은 비용이 요구되기에, 대상 시설에 대한 취약점 파악만 완벽히 수행된다면 부분 방호가 비용적인 측면에서는 더욱 효율적인 방법이 될 수 있다. 하지만, 아무리 많은 비용과 기술을 들여 EMP 방호를 한다고 해도 절대적으로 완벽한 차폐를 구현하는 것은 현실적으로 불가능하므로, 이러한 점을 고려하였을 때에는 되도록 많은 지역에 백업 시설이나 백업 장비를 설치하는 것도 좋은 방호 대책이 될 수 있을 것이다.

### 참 고 문 헌

[1] Electromagnetic compatibility (EMC), "Part 1-5 : General - High power electromagnetic (HPEM) effects

on civil systems", *IEC 61000-1-5*, 2004.

- [2] W. A. Radasky, C. E. Baum, and M. W. Wik, "Introduction to the special issue on highpower electromagnetics (HPEM) and intentional electromagnetic interference (IEMI)", *IEEE Trans. Electromagn. Compat.*, vol. 46, no. 3, pp. 314-321, Aug. 2004.
- [3] R. J. Barker, E. Schamiloglu, *High Power Microwave Sources and Technologies*, New York: IEEE Press, 2001.
- [4] D. Nitch, M. Camp, F. Sabath, J. ter Haseborg, and H. Garbe, "Susceptibility of some electronic equipment to HPEM threats", *IEEE Trans. Electromagn. Compat.*, vol. 46, no. 3, pp. 380-389, Aug. 2004.
- [5] M. Backstrom, K. Lovstrand, "Susceptibility of electronic systems to high-power microwaves: Summary of test experience", *IEEE Trans. Electromagn. Compat.*, vol. 46, no. 3, pp. 396-403, Aug. 2004.
- [6] 정연준, "전자파 보안 기술 동향", 한국전자파학회 논문지, 21(1), pp. 100-113, 2010년 1월.
- [7] 황선목, "고출력 전자기파에 의한 반도체 전자회로의 민감성 분석", 인하대학교 전기전자공학과 박사학위 논문, 2010년 2월.
- [8] 장종화, 이영욱, 조영식, "고고도 핵전자기펄스 선원의 지자기 영향", 제15회 지상무기 학술대회, 2007년 11월.
- [9] 현세영, 이경원, 김민석, 육종관, "철근콘크리트에 의한 전자기파 차폐효과 모델링", 한국전자파학회 논문지, 23(3), pp. 384-391, 2012년 3월.
- [10] 강희도, 오일영, 김정호, 육종관, "다층 지하 구조물로의 고고도 전자기파(HEMP) 커플링 현상에 대한 전자기적 모델링", 한국전자파학회 논문지, 23(3), pp. 392-401, 2012년 3월.
- [11] G. H. Baker, "EMP and geomagnetic storm protection of critical infrastructure", 2008. ([http://works.bepress.com/george\\_h\\_baker/37/](http://works.bepress.com/george_h_baker/37/))

- [12] 정연춘, 육종관, "고출력 전자기파 방호 시설의 설계와 구축", 한국전자과학회 논문지, 23(4), pp. 3-15, 2012년 7월.
- [13] 한국방송통신전파진흥원, "고고도 핵 전자기펄스 (HEMP)의 전자시스템의 위협 차단을 위한 방호 기술", 방송통신기술 이슈&전망, 제22호, 2013년.
- [14] W. R. Graham et al., "Report of the commission to assess the threat to the United States from electromagnetic pulse (EMP) attack, vol. 1: Executive report", *Report to Congress, EMP Commission*, 2004.
- [15] W. R. Graham et al., "Report of the commission to assess the threat to the United States from electromagnetic pulse (EMP) attack, critical national infrastructures", *Report to Congress, EMP Commission*, 2008.
- [16] Instant Access Networks and Sage Policy Group, "Initial economic assessment of electromagnetic pulse (EMP) impact upon the Baltimore-Washington-Richmond Region", Sep. 2007.
- [17] 한국정보보호진흥원(KISA), "취약점 분석·평가 모델", 2002.
- [18] G. H. Baker, "A vulnerability assessment methodology for critical infrastructure sites", 2005. ([http://works.bepress.com/george\\_h\\_baker/2/](http://works.bepress.com/george_h_baker/2/))
- [19] <http://www.penn-elcom.com>



≡ 필자소개 ≡

육 종 관



1987년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학사)  
1989년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학석사)  
1996년 12월: University of Michigan 전기전자공학과 (박사)  
1997년~1998년: University of Michigan, Post-Doctorial Research Fellow

1998~1999년: Qualcomm Inc., Senior Engineer  
1999~2000년: 광주과학기술원 정보통신공학과 조교수  
2000년~현재: 연세대학교 전기전자공학과 조/부/교수  
[주 관심분야] 마이크로파 시스템 해석 및 설계, Computational Electromagnetics, RF MEMS, Bio-radar and Sensors, EMI/EMC, 안테나 시스템

두 진 경



2005년 2월: 연세대학교 전기전자공학과 (공학사)  
2007년 2월: 연세대학교 전기전자공학과 (공학석사)  
2007년 2월~2010년 3월: 삼성전자 DMC 연구소  
2010년 3월~현재: 연세대학교 전기전자공학과 박사과정

[주 관심분야] 마이크로파 시스템 해석 및 설계, EMI/EMC, EMP, EM Topology, Bio-sensors

현 세 영



2009년: 남서울대학교 전자공학과 공학사)  
2011년 2월: 연세대학교 전기전자공학과 (공학석사)  
2011년 3월~현재: 연세대학교 전기전자공학과 박사과정  
[주 관심분야] 마이크로파 시스템 해석 및 설계, EMP